

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-354213

出 願 人

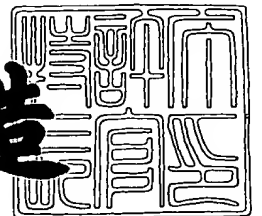
Applicant(s):

シャープ株式会社

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3077266

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J03783

【提出日】 平成12年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 広浜 和浩

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 梅本 武

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100065248

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 野河 信太郎

    【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014203

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

特 2 0 0 0 - 3 5 4 2 1 3

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】   9003084

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜からなる第 1 膜と、シリコン酸化膜からなる第 2 膜とを順に積層し、第 1 エッチングガスで第 2 膜の所定箇所をエッチングする第 1 工程と、

第 1 工程によって第 1 膜上に堆積した反応生成物を、第 2 エッチングガスで除去して第 1 膜を露出させる第 2 工程と、

第 2 工程によって露出した第 1 膜を、第 3 エッチングガスでエッチングする第 3 工程と、

第 3 工程によって基板上に堆積した反応生成物を、第 4 エッチングガスで除去する第 4 工程とを備え、

それによって第 1 膜及び第 2 膜を基板表面まで貫通する所定の凹状パターンを形成する半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 第 1 工程から第 4 工程が真空を維持した同一の装置内で連続して行われる請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 第 1 エッチングガスが少なくとも  $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{C}_5\text{F}_8$  のうちの 1 つを含む請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 第 3 エッチングガスが少なくとも  $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  のうちの 1 つを含む請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 第 2 エッチングガス及び第 4 エッチングガスが  $\text{O}_2$  を含む請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 基板がシリコン基板であり、所定の凹状パターンがコンタクトホールである請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 基板が電極を積層した積層基板であり、所定の凹状パターンがビアホールである請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体装置の製造方法に関し、詳しくは、下層側の窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜と、上層側のシリコン酸化膜とからなる層間絶縁膜に所定の凹状パターンを形成する方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体装置の高集積化、高性能が進展するに伴い、微細加工の要求が厳しくなっている。

【 0 0 0 3 】

例えば、トランジスターのデザインルールがクォーターミクロン或いはそれ以下に縮小されることにより、トランジスタのソース・ドレイン領域と素子分離領域に対してボーダーレスとなるコンタクトホールの形成が要求されてくる。

【 0 0 0 4 】

このようなボーダーレスのコンタクトホールを形成するためには、コンタクトホールのエッチング時に素子分離領域のシリコン酸化膜リセス量を抑える必要がある。

その為、コンタクトホールが形成されるシリコン酸化膜の最も下層側にはシリコン酸化膜をエッチングする際のエッチングストッパーとなる膜厚数百Åの窒化珪素膜が形成される。

このため、シリコン酸化膜からシリコン基板に達するコンタクトホールを形成する際にはシリコン酸化膜と窒化珪素膜とをエッチングによって開口させることになる。

【 0 0 0 5 】

具体的には、まず、窒化珪素膜に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングする。この時、シリコン酸化膜のエッチングはエッチングストッパーである窒化珪素膜で止められる。

その後、シリコン酸化膜に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いて窒化珪素膜をエッチングすることによりコンタクトホールが形成される。

【 0 0 0 6 】

また、ビアホールのエッチングにおいても、フォトリソグラフィ技術によるメ

タル配線層のレジストパターン形成時にフォーカスマージンを確保する必要がある、その為、メタル配線層上には反射防止膜として窒化珪素酸化膜が形成される。

このため、メタル配線層上のシリコン酸化膜からメタル配線層に達するビアホールを形成する際には、シリコン酸化膜と窒化珪素酸化膜とをエッチングによって開口させることになる。

#### 【 0 0 0 7 】

具体的には、まず、窒化珪素酸化膜に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いてシリコン酸化膜をエッチングし、その後、シリコン酸化膜に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いて窒化珪素酸化膜をエッチングすることによりビアホールが形成される。

#### 【 0 0 0 8 】

このように、コンタクトホールやビアホールのエッチングでは、まず、上層側のシリコン酸化膜を窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜に対してエッチング選択比が高いエッチングガスでエッチングする必要がある。

このため、過剰フッ素イオンやフッ素ラジカルの生成を抑制することが必要となり、C/F比の高い $C_4F_8$ 、 $C_5F_8$ 等のエッチングガスが用いられる。

しかし、このようなエッチングガスでシリコン酸化膜のエッチングを行うと、下層側の窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜が露出した際にフルオロカーボン系の反応生成物が生成され、形成中のホール底に堆積し始める。

#### 【 0 0 0 9 】

また、下層側の窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜をエッチングする際、コンタクトホールのエッチングでは下地のシリコンや素子分離領域のシリコン酸化膜に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いる必要がある。

同様に、ビアホールのエッチングでは下地のメタル配線層に対してエッチング選択性を有するエッチングガスを用いる必要がある。

しかし、このようなエッチングガスで窒化珪素膜或いは窒化珪素酸化膜をエッチングする際にも、上述のシリコン酸化膜のエッチング時と同様にフルオロカーボン系の反応生成物が形成中のホール底に堆積していく。

## 【 0 0 1 0 】

堆積したフルオロカーボン系の反応生成物を残したままコンタクトホール内やビアホール内にWやCu等の金属プラグを形成すると、コンタクト抵抗やビア抵抗の増大を招き、LSIの配線信頼性や歩留りの低下につながる。

## 【 0 0 1 1 】

このような問題に対処するため、ホール底に堆積したフルオロカーボン系の反応生成物をコンタクトホール又はビアホールの形成後に剥離洗浄液でウェット除去してから金属プラグを形成する方法が一般に知られている。

## 【 0 0 1 2 】

また、金属プラグ形成工程におけるバリアメタルスパッタの前処理として、アルゴン、水素及び酸素を含むプラズマでホール底に堆積した反応生成物を除去する方法が一般に知られている（例えば、特開平10-256232号公報参照）。

## 【 0 0 1 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、反応生成物をウェット除去する方法では、コンタクトホールやビアホールのアスペクト比が高くなるにつれてホールの底に溜まった剥離洗浄液の水洗が困難になり、剥離液をホールの底に残したままホール内に金属プラグを形成してしまう場合が生じる。

## 【 0 0 1 4 】

剥離洗浄液をホールの底に残したまま金属プラグを形成すると、ホール底に残留した剥離洗浄液は金属プラグ形成時のタングステン成膜等による熱で下地のシリコンやメタル配線材料と熱反応して非導電性の膜に変化する。

## 【 0 0 1 5 】

また、プラズマで反応生成物を除去する方法では、ウエハはコンタクトホール又はビアホール形成工程で使用されたエッチング装置から一旦取り出され、大気にさらされた後にバリアメタルスパッタ前処理装置に入れられる。

ウエハが大気にされされると、ホール底に堆積した反応生成物が大気中の水分と反応して除去困難な膜質へ変化するので反応生成物の完全な除去が困難になる

## 【 0 0 1 6 】

この発明は以上のような事情を考慮してなされたものであり、所定の凹状パターンをエッチングによって形成する際に、凹状パターンの底に堆積する反応生成物を効率良く確実に除去できる半導体装置の製造方法を提供するものである。

## 【 0 0 1 7 】

## 【課題を解決するための手段】

この発明は、基板上に、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜からなる第1膜と、シリコン酸化膜からなる第2膜とを順に積層し、第1エッチングガスで第2膜の所定箇所をエッチングする第1工程と、第1工程によって第1膜上に堆積した反応生成物を、第2エッチングガスで除去して第1膜を露出させる第2工程と、第2工程によって露出した第1膜を、第3エッチングガスでエッチングする第3工程と、第3工程によって基板上に堆積した反応生成物を、第4エッチングガスで除去する第4工程とを備え、それによって第1膜及び第2膜を基板表面まで貫通する所定の凹状パターンを形成する半導体装置の製造方法を提供するものである。

## 【 0 0 1 8 】

つまりこの発明は、窒化珪素膜とシリコン酸化膜とからなる層間絶縁膜、又は窒化珪素酸化膜とシリコン酸化膜とからなる層間絶縁膜に所定の凹状パターンを形成する一連のエッチング工程中に反応生成物の除去工程を設けることにより凹状パターンの底に堆積した反応生成物を確実に除去する半導体装置の製造方法を提供するものである。

## 【 0 0 1 9 】

## 【発明の実施の形態】

この発明による半導体装置の製造方法において、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜を成膜する方法としては、例えば、減圧CVD法などを用いることができる。成膜される窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜の膜厚は約50～100nm程度とすることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、この発明による半導体装置の製造方法において、シリコン酸化膜を成膜



する方法としては、例えば、常圧CVD法などを用いることができる。成膜されるシリコン酸化膜の膜厚は約500～1200nm程度とすることができる。

## 【0021】

この発明による半導体装置の製造方法は、第1工程から第4工程が真空を維持した同一の装置内で連続して行われることが好ましい。

というのは、このように行くと凹状パターンの底に堆積する反応生成物が大気中の水分と反応して除去困難な膜質に変化することを防止でき、結果としてより効果的に反応生成物を除去できるからである。

## 【0022】

また、この発明による半導体装置の製造方法は、第1エッチングガスが少なくとも $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{C}_5\text{F}_8$ のうちの1つを含んでいてもよい。

また、この発明による半導体装置の製造方法は、第3エッチングガスが少なくとも $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ のうちの1つを含んでいてもよい。

## 【0023】

また、この発明による半導体装置の製造方法は、第2エッチングガス及び第4エッチングガスが $\text{O}_2$ を含んでいてもよい。

つまり、この発明では、凹状パターンの底に堆積する反応生成物を除去するためのエッチングガスに少なくとも $\text{O}_2$ を含んだガスを用いる。

## 【0024】

また、この発明による半導体装置の製造方法は、基板がシリコン基板であり、所定の凹状パターンがコンタクトホールであってもよい。

なお、この発明において、シリコン基板上には電極などの各種半導体装置の構成要素が形成されていてもよい。

## 【0025】

また、この発明による半導体装置の製造方法は、基板が電極を積層した積層基板であり、所定の凹状パターンがビアホールであってもよい。

なお、この発明において積層基板は、シリコン基板上に複数の層間絶縁膜を備え、各層間絶縁膜の間に電極層が設けられていてもよい。

## 【0026】

以上のように、この発明による半導体装置の製造方法では、シリコン酸化膜のエッチング工程後に反応生成物の除去工程が実施され、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜のエッチング工程後に再び反応生成物の除去工程が実施される。

これにより、反応生成物が除去困難な物質へ完全に変化してしまう前に除去することが可能となるのである。

また、反応生成物の除去にエッチングガスを用いるので、従来のウェット除去のように凹状パターンの底に剥離洗浄液が残留することもない。

【 0 0 2 7 】

従って、この発明による半導体装置の製造方法は、反応生成物の確実な除去が求められるコンタクトホールやビアホールの製造方法として特に有効である。

しかし、この発明による半導体装置の製造方法が、コンタクトホールやビアホール以外の凹状パターンを形成する方法にも適用できることは言うまでもない。

【 0 0 2 8 】

#### 【実施例】

以下に図面に示す実施例に基づいてこの発明を詳述する。なお、この実施例によってこの発明が限定されるものではない。

【 0 0 2 9 】

#### 実施例 1

この発明の実施例 1 に係るコンタクトホールの製造方法について図 1 及び図 2 に基づいて説明する。図 1 及び図 2 は、この発明の実施例 1 に係るコンタクトホールの形成方法を説明する工程図である。

【 0 0 3 0 】

図 1 及び図 2 に示されるように、この発明の実施例 1 に係るコンタクトホールの形成方法は、シリコン基板 1 0 1 上に、窒化珪素膜（第 1 膜） 1 0 4 とシリコン酸化膜（第 2 膜） 1 0 5 とを順に積層し、第 1 エッチングガスでシリコン酸化膜 1 0 5 の所定箇所をエッチングする第 1 工程（図 1（d））と、第 1 工程によって窒化珪素膜 1 0 4 上に堆積した反応生成物 1 0 8 を、第 2 エッチングガスで除去して窒化珪素膜 1 0 4 を露出させる第 2 工程（図 2（e））と、第 2 工程によって露出した窒化珪素膜 1 0 4 を、第 3 エッチングガスでエッチングする第 3

工程（図 2（f））と、第 3 工程によってシリコン基板 1 0 1 上に堆積した反応生成物 1 0 9 を、第 4 エッチングガスで除去する第 4 工程（図 2（g））とを備え、それによってシリコン基板 1 0 1 表面まで貫通するコンタクトホール 1 1 0（図 2（g））を形成する。

#### 【0 0 3 1】

詳しくは、まず図 1（a）に示されるように、 $\text{SiO}_2$  からなるフィールド絶縁膜によって形成された素子分離領域 1 0 2 と拡散層 1 0 3 を有する P 型シリコン基板 1 0 1 上に、減圧 CVD（Chemical Vapor Deposition）法により厚さ 5 0 n m 程度の窒化珪素膜（ $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜）1 0 4 を形成する。

#### 【0 0 3 2】

次に、図 1（b）に示されるように、窒化珪素膜 1 0 4 の上に常圧 CVD 法で厚さ 1 2 0 0 n m 程度のシリコン酸化膜（ $\text{SiO}_2$  膜）1 0 5 を形成し、さらにそのシリコン酸化膜 1 0 5 に CMP（Chemical Mechanical Polishing）法で厚さ 5 0 0 n m 程度の研磨を行って平坦化する。

#### 【0 0 3 3】

次に、図 1（c）に示されるように、シリコン酸化膜 1 0 5 の上に減圧 CVD 法により厚さ 6 0 n m 程度の窒化珪素酸化膜 1 0 6 を形成し、さらに窒化珪素酸化膜 1 0 6 の上に所望のレジストパターン 1 0 7 をフォトリソグラフィ技術で形成する。なお、この実施例 1 では窒化珪素膜 1 0 4、シリコン酸化膜 1 0 5 及び窒化珪素酸化膜 1 0 6 とから層間絶縁膜が構成される。

また、窒化珪素酸化膜 1 0 6 はレジストパターン 1 0 7 を形成する際の反射防止膜としての役割も有する。

#### 【0 0 3 4】

次に、図 1（d）に示すように、RIE（Reactive Ion Etching）装置にて、レジストパターン 1 0 7 をマスクとし、窒化珪素膜 1 0 4 に対してエッチング選択性がとれ、かつ、窒化珪素酸化膜 1 0 6 及びシリコン酸化膜 1 0 5 をエッチングする条件で窒化珪素酸化膜 1 0 6 及びシリコン酸化膜 1 0 5 をエッチングする。

#### 【0 0 3 5】

具体的には圧力が約5～10mTorr、上部電極に印加するRFパワー（ソースパワー）が約1200～1600W、下部電極に印加するRFパワー（バイアスパワー）が約1200～1600W、ガス流量（第1エッチングガス）が $C_4F_8 : C_2F_6 : CO : Ar = 3 \sim 5 : 8 \sim 12 : 17 \sim 23 : 90 \sim 100$  sccmの混合ガスプラズマ条件で窒化珪素酸化膜106とシリコン酸化膜105のエッチングを行う。

なお、このエッチング時にフルオロカーボン系の反応生成物108が窒化珪素膜104の上に堆積する。

#### 【0036】

次に、図2（e）に示すように、フルオロカーボン系の反応生成物108をエッチングする条件で窒化珪素膜104の上に堆積した反応生成物108（図1（d）参照）をエッチングする。

#### 【0037】

具体的には圧力が約15～25mTorr、上部電極に印加するRFパワーが約2300～2700W、下部電極に印加するRFパワーが0W、ガス流量が（第2エッチングガス）が $O_2 = 150$  sccmのプラズマ条件で反応生成物108をエッチングして除去する。

#### 【0038】

次に、図2（f）に示すように、素子分離領域102と拡散層103に対してエッチング選択性がとれ且つ窒化珪素膜104をエッチングする条件で窒化珪素膜104をエッチングする。

#### 【0039】

具体的には圧力が約15～25mTorr、上部電極に印加するRFパワーが約1800～2200W、下部電極に印加するRFパワーが約100～200W、ガス流量（第3エッチングガス）が $CH_2F_2 : O_2 : Ar = 15 \sim 20 : 40 \sim 60 : 70 \sim 90$  sccmの混合ガスプラズマ条件で窒化珪素膜104のエッチングを行う。

なお、このエッチング時に、フルオロカーボン系の反応生成物109が素子分離領域102と拡散層103の上に堆積する。

## 【 0 0 4 0 】

次に、図 2 (g) に示すように、フルオロカーボン系の反応生成物 1 0 9 (図 2 (f) 参照) をエッチングする条件で素子分離領域 1 0 2 と拡散層 1 0 3 の上に堆積した反応生成物 1 0 9 をエッチングする。

## 【 0 0 4 1 】

具体的には圧力が約 1 5 ~ 2 5 m T o r r、上部電極に印加する R F パワーが約 2 3 0 0 ~ 2 7 0 0 W、下部電極に印加する R F パワーが 0 W、ガス流量 (第 4 エッチングガス) が  $O_2 = 1 5 0 \text{ s c c m}$  のプラズマ条件で反応生成物 1 0 9 をエッチングして除去する。その後、レジストパターン 1 0 7 (図 2 (f) 参照) を除去してコンタクトホール 1 1 0 を完成させる。

## 【 0 0 4 2 】

以上のように、窒化珪素酸化膜 1 0 6 とシリコン酸化膜 1 0 5 のエッチング時、及び窒化珪素膜 1 0 4 のエッチング時にフルオロカーボン系の反応生成物 1 0 8、1 0 9 がそれぞれ形成された。

しかし、窒化珪素酸化膜 1 0 6 とシリコン酸化膜 1 0 5 のエッチング後、及び窒化珪素膜 1 0 4 のエッチング後に反応生成物 1 0 8、1 0 9 を除去するためのエッチングをそれぞれ行った結果、反応生成物 1 0 8、1 0 9 を容易に除去できることが確認された。

## 【 0 0 4 3 】

実施例 2

この発明の実施例 2 に係るビアホールの形成方法について図 3 ~ 図 5 に基づいて説明する。図 3 ~ 図 5 は、この発明の実施例 3 に係るビアホールの形成方法を説明する工程図である。

## 【 0 0 4 4 】

図 3 に示されるように、この発明の実施例 2 に係るビアホールの形成方法は、シリコン基板 2 0 1 のメタル配線層 2 0 3 上に、窒化珪素酸化膜 (第 1 膜) 2 0 4 と、シリコン酸化膜 (第 2 膜) 2 0 6 とを順に積層し、第 1 エッチングガスでシリコン酸化膜 2 0 6 の所定箇所をエッチングする第 1 工程 (図 4 (f) ) と、第 1 工程によって窒化珪素酸化膜 2 0 4 上に堆積した反応生成物 2 0 8 を、第 2

エッチングガスで除去して窒化珪素酸化膜 2 0 4 を露出させる第 2 工程（図 4（g））と、第 2 工程によって露出した窒化珪素酸化膜 2 0 4 を、第 3 エッチングガスでエッチングする第 3 工程（図 5（h））と、第 3 工程によってメタル配線層 2 0 3 上に堆積した反応生成物 2 0 9 を、第 4 エッチングガスで除去する第 4 工程（図 5（i））とを備え、それによってメタル配線層 2 0 3 表面まで貫通するビアホール 2 1 0 を形成する。

#### 【 0 0 4 5 】

詳しくは、まず図 3（a）に示されるように、シリコン酸化膜 2 0 2 の上に窒化チタン膜（TiN 膜）、チタン膜（Ti 膜）、アルミ-銅合金膜（Al-Cu 膜）、チタン膜、窒化チタン膜を順に積層してメタル配線層 2 0 3 を形成する。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、図 3（b）に示されるように、メタル配線層 2 0 3 の上に厚さ 6 0 n m 程度の窒化珪素酸化膜 2 0 4 を形成し、さらに窒化珪素酸化膜 2 0 4 の上に所望のレジストパターン 2 0 5 をフォトリソグラフィ技術で形成する。

なお、窒化珪素酸化膜 2 0 4 はレジストパターン 2 0 5 を形成する際の反射防止膜としての役割を有する。

#### 【 0 0 4 7 】

次に、図 3（c）に示されるように、R I E 装置（図示せず）にて、レジストパターン 2 0 5（図 3（b）参照）をマスクとして窒化珪素酸化膜 2 0 4 とメタル配線層 2 0 3 をエッチングし、その後、レジストパターン 2 0 5 を除去する。

#### 【 0 0 4 8 】

次に、図 3（d）に示されるように、シリコン酸化膜 2 0 2 と窒化珪素酸化膜 2 0 4 とを覆うようにプラズマ C V D 法で層間絶縁膜となる厚さ 1 2 0 0 n m 程度のシリコン酸化膜（SiO<sub>2</sub> 膜） 2 0 6 を形成し、さらにそのシリコン酸化膜 2 0 6 に C M P 法で厚さ 5 0 0 n m 程度の研磨を行って平坦化する。

#### 【 0 0 4 9 】

次に、図 4（e）に示されるように、シリコン酸化膜 2 0 6 の上に所望のレジストパターン 2 0 7 をフォトリソグラフィ技術で形成する。

次に、図 4（f）に示されるように、R I E 装置にて、レジストパターン 2 0

7をマスクとし、窒化珪素酸化膜204に対してエッチング選択性がとれ、かつ、シリコン酸化膜206をエッチングする条件でシリコン酸化膜206をエッチングする。

#### 【0050】

具体的には圧力が約3～7mTorr、上部電極に印加するRFパワー（ソースパワー）が約1400～1800W、下部電極に印加するRFパワー（バイアスパワー）が約1200～1600W、ガス流量（第1エッチングガス）が $C_4F_8 : C_2F_6 : CO : Ar = 3 \sim 7 : 8 \sim 12 : 8 \sim 12 : 90 \sim 100$  sccmの混合ガスプラズマ条件でシリコン酸化膜206のエッチングを行う。

なお、このエッチング時にフルオロカーボン系の反応生成物208が窒化珪素酸化膜204の上に堆積する。

#### 【0051】

次に、図4（g）に示されるように、フルオロカーボン系の反応生成物208をエッチングする条件で窒化珪素酸化膜204の上に堆積した反応生成物208（図4（f）参照）をエッチングする。

#### 【0052】

具体的には圧力が約15～25mTorr、上部電極に印加するRFパワーが約2300～2700W、下部電極に印加するRFパワーが0W、ガス流量（第2エッチングガス）が $O_2 = 150$  sccmのプラズマ条件で反応生成物208をエッチングして除去する。

#### 【0053】

次に、図5（h）に示されるように、メタル配線層203の最も上層側の窒化チタン膜に対してエッチング選択性がとれ、かつ、窒化珪素酸化膜204をエッチングする条件で窒化珪素酸化膜204（図4（g）参照）をエッチングする。

#### 【0054】

具体的には圧力が約15～25mTorr、上部電極に印加するRFパワーが約1800～2200W、下部電極に印加するRFパワーが約100～200W、ガス流量（第3エッチングガス）が $CH_2F_2 : O_2 : Ar = 15 \sim 20 : 40 \sim 60 : 70 \sim 90$  sccmの混合ガスプラズマ条件で窒化珪素酸化膜204

のエッチングを行う。

なお、このエッチング時に、フルオロカーボン系の反応生成物 2 0 9 がメタル配線層 2 0 3 の上に堆積する。

【 0 0 5 5 】

次に、図 5 ( i ) に示されるように、フルオロカーボン系の反応生成物 2 0 9 をエッチングする条件でメタル配線層 2 0 3 の上に堆積した反応生成物 2 0 9 ( 図 5 ( h ) 参照) をエッチングする。

【 0 0 5 6 】

具体的には圧力が約 1 5 ~ 2 5 m T o r r 、上部電極に印加する R F パワーが約 2 3 0 0 ~ 2 7 0 0 W 、下部電極に印加する R F パワーが 0 W 、ガス流量 ( 第 4 エッチングガス) が  $O_2 = 1 5 0 \text{ s c c m}$  のプラズマ条件で反応生成物 2 0 9 をエッチングして除去する。その後、レジストパターン 2 0 7 ( 図 5 ( h ) 参照) を除去してビアホール 2 1 0 を完成させる。

【 0 0 5 7 】

以上のように、シリコン酸化膜 2 0 6 のエッチング時、及び窒化珪素酸化膜 2 0 4 のエッチング時にフルオロカーボン系の反応生成物 2 0 8 、 2 0 9 がそれぞれ形成された。

しかし、シリコン酸化膜 2 0 6 のエッチング後、及び窒化珪素酸化膜 2 0 4 のエッチング後に、反応生成物 2 0 8 、 2 0 9 を除去するためのエッチングをそれぞれ行った結果、反応生成物 2 0 8 、 2 0 9 を容易に除去できることが確認された。

【 0 0 5 8 】

次に、上述の実施例 2 に係るビアホールの形成方法に基づいて 1 0 0 0 個のビアホールを形成し、その抵抗値を測定した。その詳しい形成条件を以下の表 1 に示すと共に、測定された抵抗値を図 6 に示す。

【 0 0 5 9 】



【表 1】

ビアホールエッチング工程	ステップ	被エッチング膜	エッチング条件
ビアホールエッチング工程(1)	(1)	SiON 膜/P-TEOS 膜	圧力=5mTorr, ソースパワー=1900W, ハイトパワー=1400W C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> /C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /CO/Ar=4/10/5/95sccm, 30sec
	(2)	FSG 膜	圧力=5mTorr, ソースパワー=1600W, ハイトパワー=1400W C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> /C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /CO/Ar=4/10/10/95sccm, 60sec
O <sub>2</sub> プラズマ処理工程(1)	—	反応生成物	圧力=600mTorr, パワー=1200W, O <sub>2</sub> =500sccm, 60sec
ビアホールエッチング工程	ステップ	被エッチング膜	エッチング条件
ビアホールエッチング工程(2)	(1)	SiON 膜	圧力=20mTorr, ソースパワー=2000W, ハイトパワー=200W CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> /Ar=20/50/80sccm, 15sec
	—	反応生成物	圧力=600mTorr, パワー=1200W, O <sub>2</sub> =500sccm, 60sec

## 【0060】

表 1 に示されるビアホールの形成条件では、反応生成物を除去するための O<sub>2</sub> プラズマ処理工程 (1)、(2) が、ビアホールエッチング工程 (1)、(2) とは別の装置で行われる。

## 【0061】

つまり、ビアホール形成工程 (1) から O<sub>2</sub> プラズマ処理工程 (1) へ移る間、及びビアホール形成工程 (2) から O<sub>2</sub> プラズマ処理工程 (2) へ移る間にウエハが大気さらされることになる。

## 【0062】

しかし、ビアホールエッチング工程 (1)、(2) の後に O<sub>2</sub> プラズマ処理工程 (1)、(2) がそれぞれ行われるため、形成された 1000 個のビアホールの抵抗値は約 6 Ω ~ 12 Ω の比較的狭い範囲に収まっている。つまり、抵抗値のばらつきが比較的抑えられている。

## 【0063】

また同様に、上述の実施例 2 に係るビアホールの形成方法に基づくが、表 1 に示された形成条件とは異なる条件で 1000 個のビアホールを形成し、その抵抗値を測定した。

その詳しい形成条件を以下の表 2 に示すと共に、測定された抵抗値を図 7 に示す。

## 【0064】

【表 2】

ビアホールエッチング工程	ステップ	被エッチング膜	エッチング条件
	(1)	SiON 膜/P-TEOS 膜	圧力=5mTorr, ソースパワー=1900W, ハイトパワー=1400W C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> /C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /CO/Ar=4/10/5/95sccm, 30sec
	(2)	FSG 膜	圧力=5mTorr, ソースパワー=1600W, ハイトパワー=1400W C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> /C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /CO/Ar=4/10/10/95sccm, 60sec
	(3)	反応生成物	圧力=20mTorr, ソースパワー=2500W, ハイトパワー=0W O <sub>2</sub> =150sccm, 10sec
	(4)	SiON 膜	圧力=20mTorr, ソースパワー=2000W, ハイトパワー=200W CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> /Ar=20/50/80sccm, 15sec
	(5)	反応生成物	圧力=20mTorr, ソースパワー=2500W, ハイトパワー=0W O <sub>2</sub> =150sccm, 10sec

【0065】

表 2 に示されるビアホールの形成条件では、ビアホールエッチング工程の全てのステップ (1) ~ (5) が真空を維持した同一の装置内で行われる。

つまり、反応生成物を除去するためのステップ (3)、(5) がビアホールエッチング工程に組み入れられ、ビアホール形成工程中にウエハが大気に触れることはない。

このため、形成された 1000 個のビアホールの抵抗値は約 6 Ω ~ 9 Ω の範囲にあり、上述の表 1 に示された形成条件で形成されたビアホールよりもさらに抵抗値のばらつきが抑えられている。

【0066】

#### 比較例

上述の表 1 及び表 2 に示された形成条件に対する比較例として、従来の形成条件で 1000 個のビアホールを形成し、その抵抗値を測定した。その詳しい形成条件を以下の表 3 に示すと共に、測定された抵抗値を図 8 に示す。

【0067】

【表 3】

ビアホールエッチング工程	ステップ	被エッチング膜	エッチング条件
	(1)	SiON 膜/P-TEOS 膜	圧力=5mTorr, $\gamma$ -スラ $\gamma$ =1900W, $\alpha$ -スラ $\gamma$ =1400W $C_4F_8/C_2F_6/CO/Ar=4/10/5/95$ sccm, 30sec
	(2)	FSG 膜	圧力=5mTorr, $\gamma$ -スラ $\gamma$ =1600W, $\alpha$ -スラ $\gamma$ =1400W $C_4F_8/C_2F_6/CO/Ar=4/10/10/95$ sccm, 60sec
	(3)	SiON 膜	圧力=20mTorr, $\gamma$ -スラ $\gamma$ =2000W, $\alpha$ -スラ $\gamma$ =200W $CH_2F_2/O_2/Ar=20/50/80$ sccm, 15sec
$O_2$ プラズマ処理工程	—	反応生成物	圧力=600mTorr, $\alpha$ -スラ $\gamma$ =1200W, $O_2=500$ sccm, 60sec

【0068】

表 3 に示されるように、比較例に係るビアホールの形成条件では、ビアホールエッチング工程のステップ (1) ~ (3) が行われた後に、別の装置で反応生成物を除去するための  $O_2$  プラズマ処理工程が行われる。

【0069】

つまり、ビアホールエッチング工程から  $O_2$  プラズマ処理工程へ移る間にウエハが大気にさらされることになる。

このため、ビアホール中の反応生成物が大気中の水分と反応して除去困難な膜質に変化し、結果として反応生成物の除去が確実に行えない。

従って、1000個形成されたビアホールの抵抗値は約 7 ~ 19  $\Omega$  の広い範囲にあり、上述の表 1 及び表 2 にそれぞれ示された形成条件で形成されたビアホールよりも抵抗値のばらつきが大きくなっている。

【0070】

【発明の効果】

この発明によれば、シリコン酸化膜のエッチング工程と、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜のエッチング工程の後に反応生成物を除去する工程がそれぞれ行われるので、凹状パターンの底に堆積する反応生成物を効率良く確実に除去できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の実施例 1 に係るコンタクトホールの形成工程を示す工程図である。

【図 2】

この発明の実施例 1 に係るコンタクトホールの形成工程を示す工程図である。

【図 3】

この発明の実施例 2 に係るビアホールの形成工程を示す工程図である。

【図 4】

この発明の実施例 2 に係るビアホールの形成工程を示す工程図である。

【図 5】

この発明の実施例 2 に係るビアホール形成工程を示す工程図である。

【図 6】

実施例 2 に基づく形成条件で形成されたビアホール抵抗値を示すグラフ図である。

【図 7】

実施例 2 に基づく形成条件で形成されたビアホール抵抗値を示すグラフ図である。

【図 8】

比較例に係る形成条件で形成されたビアホール抵抗値を示すグラフ図である。

【符号の説明】

101, 201・・・シリコン基板

102・・・素子分離領域

103・・・拡散層

104・・・窒化珪素膜

105, 206・・・シリコン酸化膜

106, 204・・・窒化珪素酸化膜

107, 205, 207・・・レジストパターン

108, 109, 208, 209・・・反応生成物

110・・・コンタクトホール

202・・・シリコン酸化膜

203・・・メタル配線層

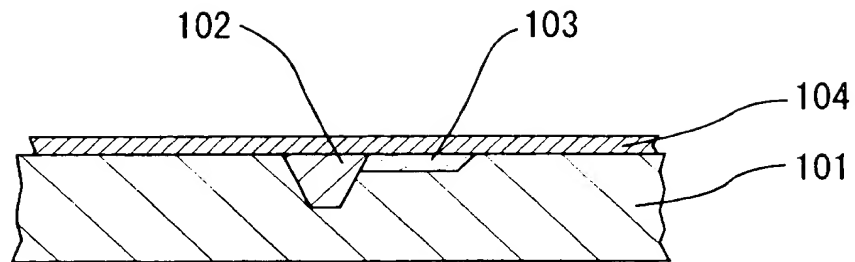
210・・・ビアホール

【書類名】

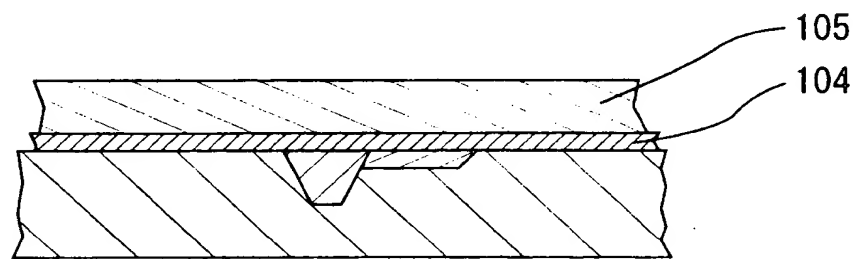
図面

【図 1】

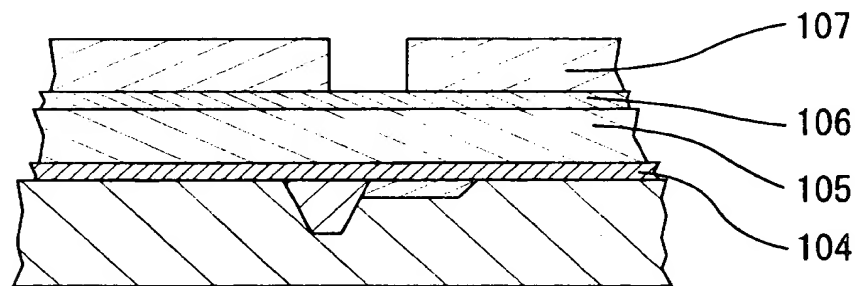
(a)



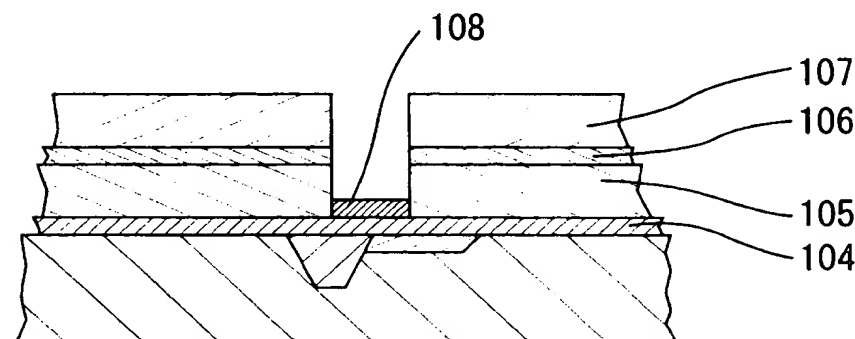
(b)



(c)

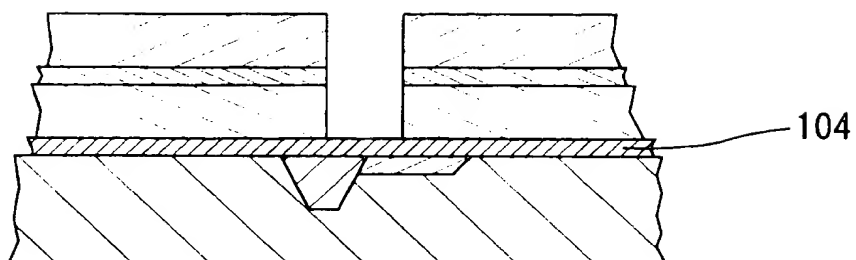


(d)

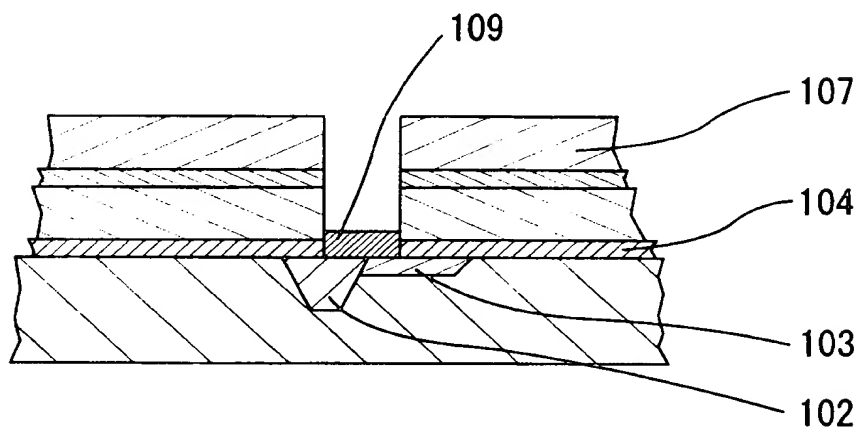


【図 2】

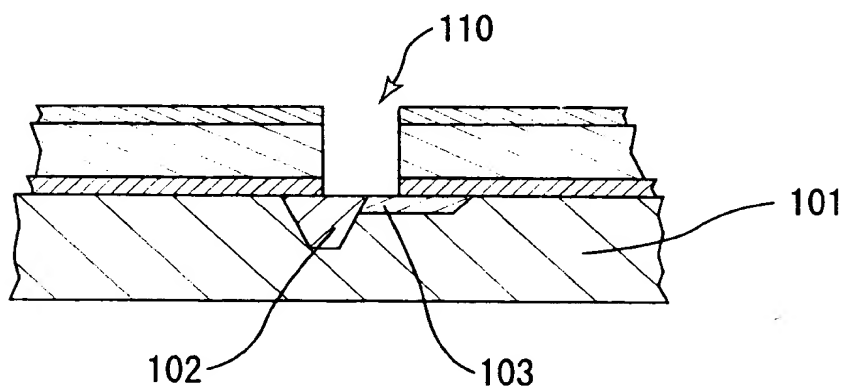
(e)



(f)

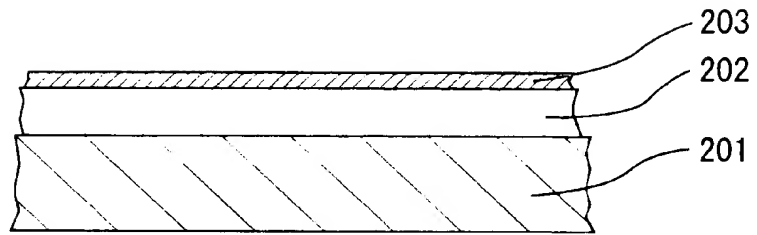


(g)

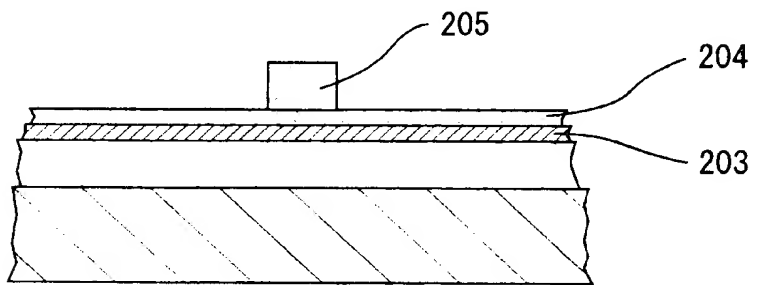


【図 3】

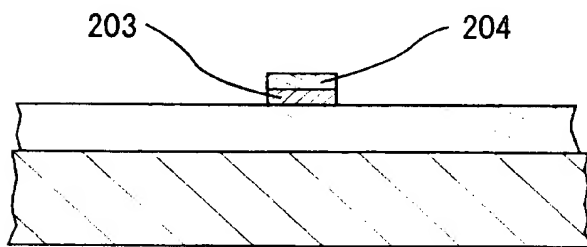
(a)



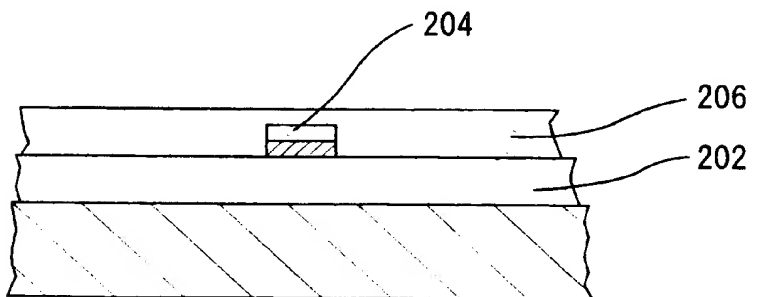
(b)



(c)

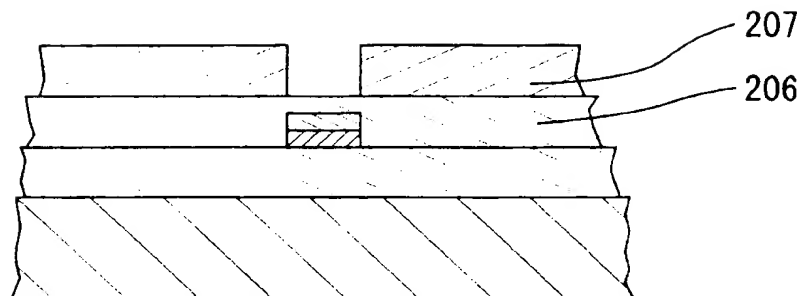


(d)

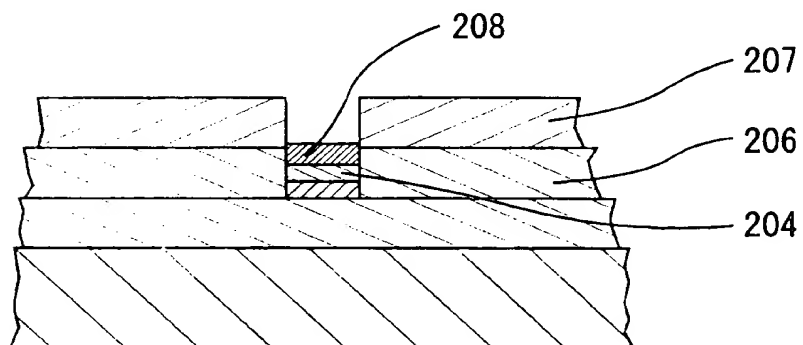


【図 4】

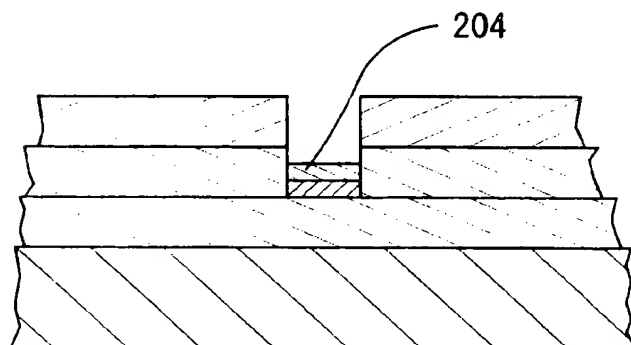
(e)



(f)



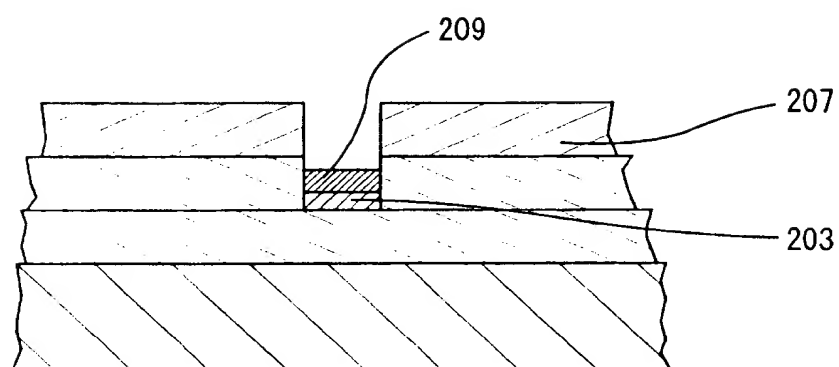
(g)



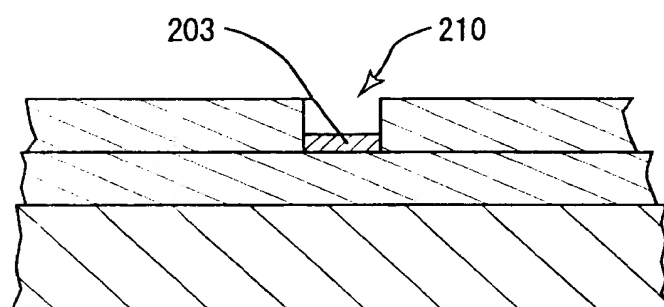


【図 5】

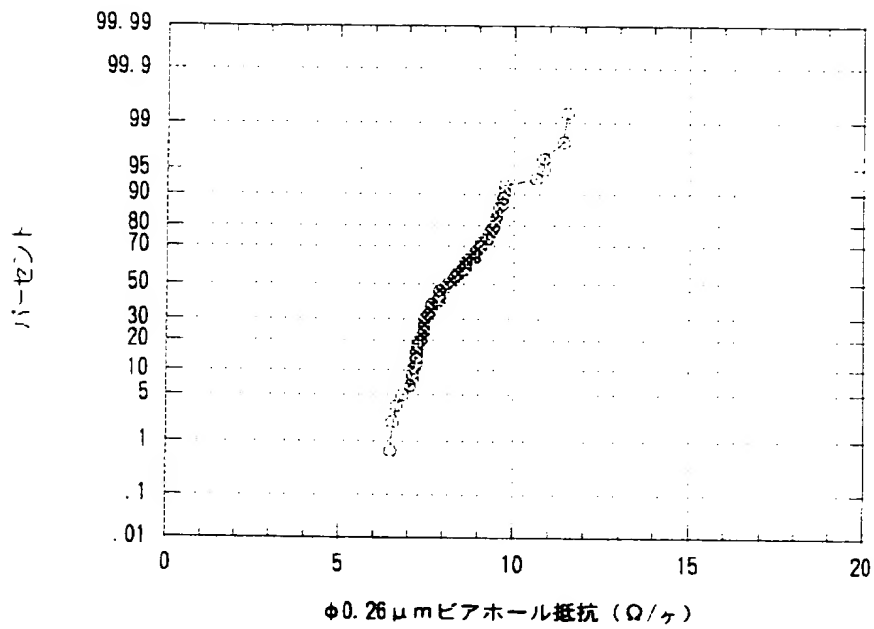
(h)



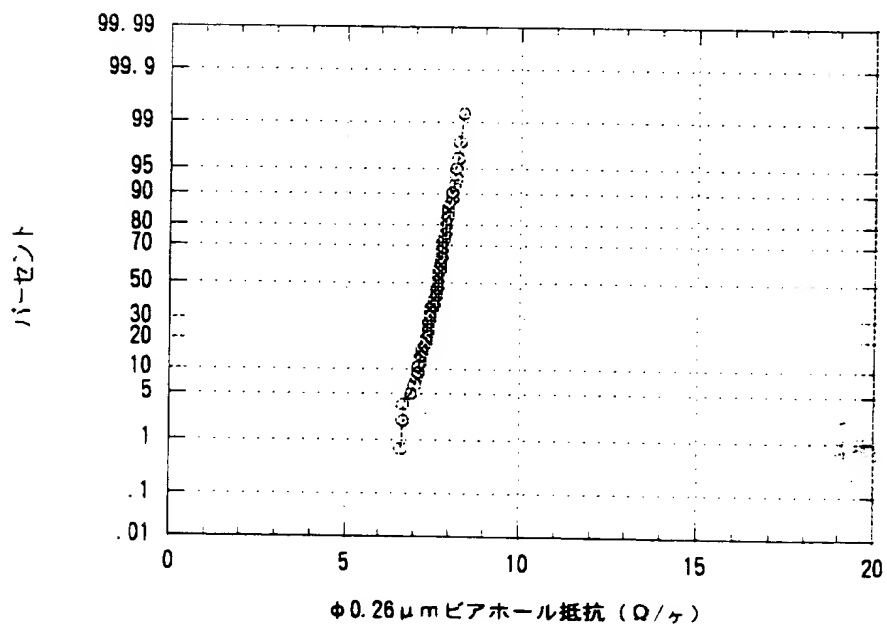
(i)



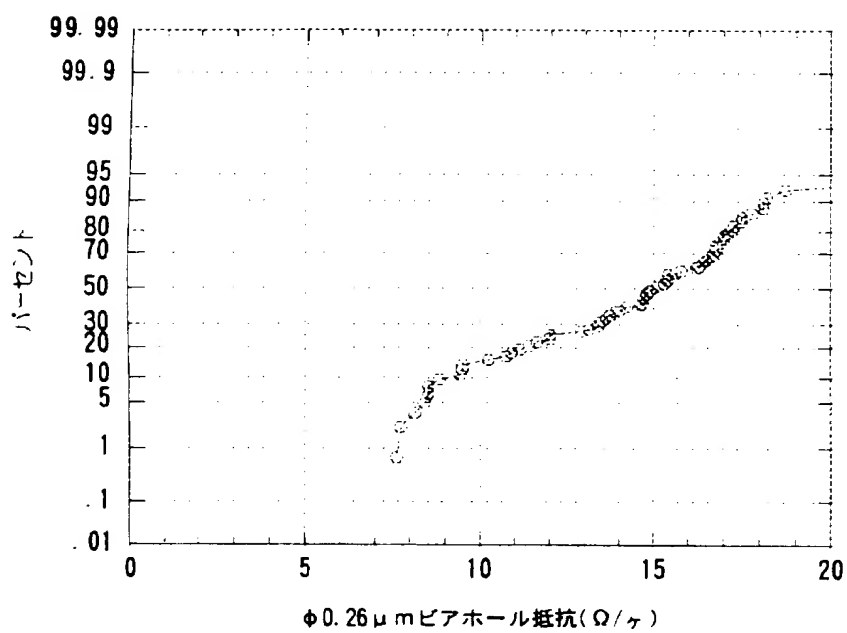
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所定の凹状パターンをエッチングによって形成する際に、凹状パターンの底に堆積する反応生成物を効率良く確実に除去できる半導体装置の製造方法を提供すること。

【解決手段】 半導体装置の製造方法は、基板上に、窒化珪素膜又は窒化珪素酸化膜からなる第1膜と、シリコン酸化膜からなる第2膜とを順に積層し、第1エッチングガスで第2膜の所定箇所をエッチングする第1工程と、第1工程によって第1膜上に堆積した反応生成物を、第2エッチングガスで除去して第1膜を露出させる第2工程と、第2工程によって露出した第1膜を、第3エッチングガスでエッチングする第3工程と、第3工程によって基板上に堆積した反応生成物を、第4エッチングガスで除去する第4工程とを備え、それによって第1膜及び第2膜を基板表面まで貫通する所定の凹状パターンを形成する。

【選択図】 図2

特 2 0 0 0 - 3 5 4 2 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
氏 名 シャープ株式会社